

Sensor arrangement

Patent number: DE10003992
Publication date: 2001-08-09
Inventor: STUETZLER FRANK-JUERGEN (US)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
 - international: G01L1/06; G01L1/18; B60R21/01; B60R21/32
 - european: B60R21/01C6; G01P3/02; G01P3/50; H03M1/78R
Application number: DE20001003992 20000129
Priority number(s): DE20001003992 20000129

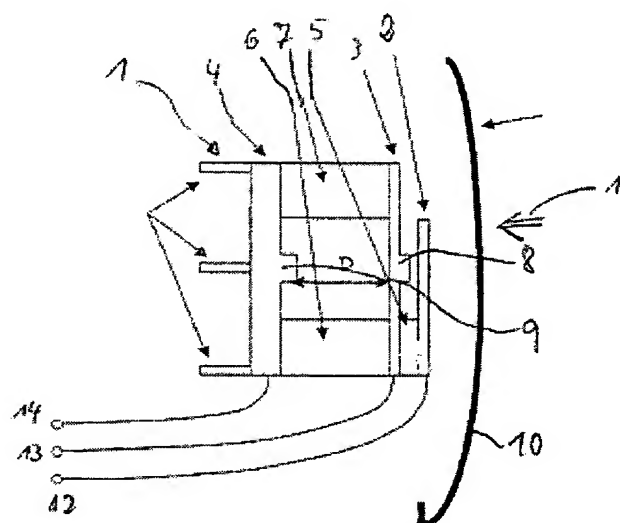
Also published as:

WO0155729 (A3)
 WO0155729 (A2)
 US6693549 (B2)
 US2003156036 (A)
 EP1252523 (B1)

Report a data error he

Abstract of DE10003992

A sensor arrangement (1; 20; 30; 40) is disclosed, for detection of forces, which might lead to a deformation of components, for example chassis components (10), in particular, on a motor vehicle, as a result of an accident. The sensor arrangement (1; 20; 30; 40) comprises a number of contact elements (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33), which are staggered behind each other on the component (1), in a possible direction of deformation, with compressible insulation layers (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) lying between the contact elements (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33). The contact elements (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) are connected in an electrically conducting manner to an electronic analytical unit, by means of which a breaking or a coming into contact of neighbouring contact elements (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) as a result of a deformation may be recorded, but may not be converted to a control and/or regulatory signal.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

DOCKET NO.:
 APPLIC. NO.:
 APPLICANT:
 Lemmer and Greenberg, P.A.
 P.O. Box 2480
 Hollywood, FL 33022
 Tel.: (954) 952-1100

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO.: S3-04P03410

APPLIC. NO.:

APPLICANT: *Klaus Heimerl, et al.*

Lerner and Greenberg, P.A.

P.O. Box 2480

Hollywood, FL 33022

Tel.: (954) 925-1100

2004 P 03410



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 03 992 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
G 01 L 1/06
G 01 L 1/18
B 60 R 21/01
B 60 R 21/32

②1 Aktenzeichen: 100 03 992.8
②2 Anmeldetag: 29. 1. 2000
④3 Offenlegungstag: 9. 8. 2001

DE 100 03 992 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

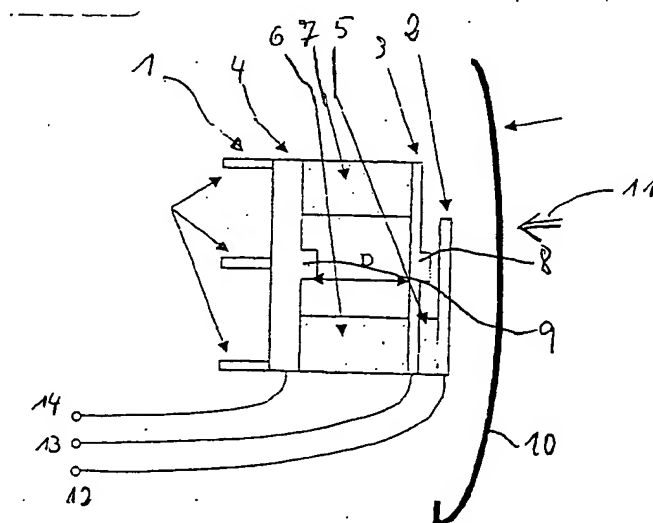
⑦2 Erfinder:
Stuetzler, Frank-Jürgen, Dr., Farmington Hills,
Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Sensoranordnung

⑤7 Es wird eine Sensoranordnung (1; 20; 30; 40) zur Detektion von Kräften vorgeschlagen, die insbesondere bei einem Kraftfahrzeug in Folge eines Unfalls zu einer Deformation von Bauteilen, z. B. Karosserieteilen (10) führen. Die Sensoranordnung (1; 20; 30; 40) weist eine Anzahl Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) auf, die in einer möglichen Deformationsrichtung (11) hintereinandergestaffelt am Bauteil (10) angeordnet sind, wobei zwischen den Kontaktelementen (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) kompressible Isolationsschichten (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) liegen. Die Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) sind elektrisch leitend mit einer elektronischen Auswerteschaltung verbunden, mittels der ein durch eine Deformation bewirktes Kontaktieren und/oder Entkontaktieren von benachbart angeordneten Kontaktelementen (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) erfassbar und in Steuer- und/oder Regelsignale umwandelbar ist.



DE 100 03 992 A 1

Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung, insbesondere zur Detektion mechanischer Kräfte, die beispielsweise bei einer Kollision eines Kraftfahrzeuges mit einem Hindernis zu einer Intrusion bzw. Deformation von Bauteilen an diesem Kraftfahrzeug führen.

Solche Sensoranordnungen werden beispielsweise bei sog. Rückhaltesystemen in Kraftfahrzeugen eingesetzt, die Unfällen z. B. Airbags auslösen um die Fahrzeuginsassen vor den Folgen einer Kollision zu schützen. Zur Auslösung dieser Rückhaltesysteme wird z. B. die Beschleunigung im Fahrgastinnenraum oder an peripheren Bereichen des Kraftfahrzeugs gemessen. Die peripheren Sensoren werden in der Regel zusätzlich zu dem oder den Sensoren im Fahrgastinnenraum, bevorzugt an den deformierbaren Bereichen des Fahrzeugs eingebaut. So sind z. B. für die bessere und frühzeitige Erkennung von seitlichen Kollisionen Beschleunigungssensoren auf der sog. B- und/oder C-Säule des Fahrzeugs oder auf den Sitzquerträgern unterhalb des Vordersitze eingebaut.

In vergleichbarer Weise werden auch zur besseren Erkennung von Frontalunfällen Sensoren in die vordere Knautschzone des Fahrzeugs eingebaut, die üblicherweise ebenfalls die Beschleunigung messen und die gemessenen Werte zur besseren Bestimmung der Schwere eines Unfalles in entsprechenden elektronisch auswertbare Signale umwandeln.

Insbesondere bei seitlichen Kollisionen haben die bekannten Beschleunigungssensoren den Nachteil, dass sie eine schnelle Unfallerkennung nur dann zulassen, wenn der Sensor direkt getroffen wird. So wird beispielsweise beim Einbau auf die B-Säule ein Pfahl-Aufprall in die Tür des Fahrzeugs zu spät erkannt. Auch für sich bekannte Drucksensoren bereiten bei einem Einbau an diesen Stellen Probleme hinsichtlich einer Trennung der Auslöse- und Nicht-Auslöse-Bedingungen, da sie z. B. bei heftigem Türzuschlagen nicht ansprechen sollen. Auch bei einer Auslösung von Fahrer- und Beifahrer Airbags dürfen diese Drucksensoren den Druckanstieg in Fahrgastinnenraum nicht als Deformation der Tür interpretieren.

Weiterhin ist bei einer Kollision die Geschwindigkeit des Eindringens des Hindernisses auch ein entscheidender Faktor, der die Schwere des Unfalls und die Verletzungsgefahr für die Insassen bestimmt. Die Eindringgeschwindigkeit ist dabei mit der Breite des Hindernisses und der Stelle des Auftreffens verknüpft. Beispielsweise dringt ein Pfahl mit einer kleinen Fläche sehr tief und schnell ein, während eine breite Barriere, die mit der gleichen Geschwindigkeit auf das Fahrzeug aufprallt, langsamer und nicht so tief eindringt. Wenn der Pfahl die Mitte der Tür trifft, so dringt er wesentlich schneller ein als wenn er auf die B-Säule trifft. Ein Hindernis wird dabei um so langsamer eindringen, je breiter es ist und es wird um so tiefer und schneller eindringen je weicher die Stelle des Auftreffens ist.

Vorteile der Erfindung

Eine eingangs erwähnte Sensoranordnung zur Detektion von Kräften, die zu einer Deformation von mechanischen Bauteilen, z. B. an Kraftfahrzeugen, führen, ist erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass nach dem Kennzeichen des Hauptanspruchs im wesentlichen an den ev. deformierten Bauteilen eine Anzahl Kontaktelemente vorhanden sind, die in einer möglichen Deformationsrichtung hintereinandergestaffelt angeordnet sind. Zwischen den Kontaktelementen sind in vorteilhafter

Weise durch die Deformation des Bauteils kompressible Isolationsschichten angeordnet. Die Kontaktelemente werden elektrisch leitend mit einer elektronischen Auswerteschaltung verbunden, mittels der dann ein durch die Deformation bewirktes Kontaktieren und/oder Entkontaktieren von benachbart angeordneten Kontaktelementen erfassbar und in Steuer- und/oder Regelsignale unwandelbar ist.

Bei der erfindungsgemäßen Sensoranordnung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Kontaktelement ein Basiselement darstellt und mindestens zwei Kontaktelemente in jeweils vorgegebenen Abständen davor angeordnet sind. Die Abstände, bzw. die geometrische Gestaltung und die Stoffauswahl dieser zwei kompressiblen Isolationsschichten sind dabei jeweils so gewählt, dass aus den Zeitpunkten des Kontaktierens und/oder Entkontaktierens der in Deformationsrichtung hintereinander liegenden Kontaktelemente die Intrusionsgeschwindigkeit des die Deformation verursachenden Gegenstandes herleitbar ist.

Die kompressible Isolationsschicht, z. B. aus Schaumstoff, zwischen den Kontaktelementen hat bei der Erfindung die Funktion einer korrekten Definition der geometrischen Abstände der Kontaktelemente. Das Kompressionsverhalten des Materials ist deshalb ebenso wie das Temperaturverhalten und die Steifigkeit unkritisch. Beim Aufbau der Sensoranordnung ist nur darauf zu achten, dass die Steifigkeiten über den Verlauf der Lebensdauer der Sensoranordnung nicht so hoch werden, dass ein Komprimieren der Sensoranordnung verhindert wird. In den meisten Anwendungsfällen sind die auftretenden Deformationskräfte so erheblich, dass ein auswertbares Deformieren allein dadurch schon gewährleistet ist, selbst wenn die Steifigkeit der Sensoranordnung variieren sollte.

Die Erfindung ermöglicht den Aufbau eines sog. Intrusionssensors für ein Kraftfahrzeug, der in einfacher Weise bei einem Unfall das Eindringen eines Hindernisses in die Bauteile des Fahrzeugs erkennt und dabei sowohl die Geschwindigkeit des Eindringens (Intrusionsgeschwindigkeit) als auch die Breite des aufprallenden Objekts und den Ort des Eindringens bestimmen lässt. Der Intrusionssensor selbst wird durch das Eindringen deformiert und die Deformation wird benutzt um die Kontaktelemente miteinander in Berührung zu bringen, wobei die Deformation selbst auch zur Bestimmung der Unfallschwere benutzt werden kann. Darüber hinaus kann der Intrusionssensor selbst dabei als konstruktives Element so genutzt werden, dass die Deformationscharakteristik des Fahrzeugs beeinflusst werden kann.

Ein solcher Intrusionssensor kann neben der seitlichen Platzierung auch zur Frontal- oder Heck-Aufprallerkennung eingesetzt werden. Er wird dann z. B. zwischen der Stoßstange und der Kunststoffverkleidung auf die Stoßstange montiert. In einer solchen Konfiguration misst der Sensor die Relativgeschwindigkeit des Aufpralls und es kann wiederum die Breite des Hindernisses und Ort des Auftreffens bestimmt werden. Mit diesem Intrusionssensor können dann beispielsweise auch Information über das aufprallende Hindernis erhalten werden.

Die Auswertung der mittels der Kontaktelemente erzeugten Signale erfolgt auf einfache Weise dadurch, dass die Kontaktelemente z. B. über eine Schutzbeschaltung, direkt an einen Mikroprozessor der elektronischen Auswerteschaltung angeschlossen werden, der die oben erwähnten Zeitpunkte, z. B. T_1 und T_2 , direkt messen kann. Die Zeitpunkte T_1 und T_2 können jedoch auch durch Aufladung eines Kondensators bestimmt werden und als kodierte Information direkt an ein Auswertegerät, z. B. ein Airbag-Steuergerät in einem Kraftfahrzeug, geschickt werden.

Damit die Kontaktelemente sicher in Berührung kom-

men, muss die Sensoranordnung auch wirklich deformiert werden. Missbrauchsbedingungen, wie z. B. Hammer-schläge und ein Türschlagen werden den Sensor in der Regel nicht soweit deformieren, dass beide Kontaktelemente geschlossen werden. Die Missbrauchsprobleme, die bei den bekannten Beschleunigungs- oder Drucksensoren zum Teil sehr schwerwiegend sind, werden mit der Erfindung weitgehend verhindert. Wird beispielsweise der Sensor konstruktiv in der Nähe eines Verstärkungsrohres in der Tür eines Kraftfahrzeuges montiert, so wird die Sicherheit gegen Missbrauchsbedingungen nochmals erhöht.

Im folgenden werden vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung mit für besondere Anwendungsfälle ausgeführten Gestaltungen der Kontaktelemente und der Isolationsschichten sowie einer Schutzbeschaltung angegeben.

Bei diesen Ausführungsformen sind die kompressiblen Isolationsschichten in mindestens einem Teilbereich der Oberfläche der Kontaktelemente angeordnet und im jeweils verbleibende Bereich ist ein Kontakt mit dem benachbarten Kontaktelement durch Kompression der Isolationsschicht und/oder durch Verformung des jeweiligen Kontaktelements bewirkbar.

Bei einer ersten Ausführungsform sind die Isolationsschichten zwischen dem in Deformationsrichtung oben liegenden Kontaktelement und dem mittleren Kontaktelement in mindestens einem seitlichen Teilbereich angeordnet und die Isolationsschichten zwischen dem in Deformationsrichtung mittleren Kontaktelement und dem Basiselement sind in zwei gegenüberliegenden seitlichen Teilbereich angeordnet.

Die Kontaktelemente sind hier geometrisch so ausgestattet, dass elektrischer Kontakt bei vollständiger Kompression der Isolationsschicht gewährleistet ist, wobei dies noch durch geeignete Stege auf dem Basiselement und ggf. auch auf den anderen Kontaktelementen unterstützt werden kann. Das Basiskontaktelement selbst kann auch geometrisch so geformt werden, dass es in der Mitte eine Erhöhung aufweist. Diese Erhöhung muss so hoch sein, dass sie etwa der Dicke des kompressiblen Materials in vollständig komprimierten Zustand entspricht.

Bei einer andern Ausführungsform sind die Isolationsschicht zwischen dem in Deformationsrichtung oben liegenden Kontaktelement und dem mittleren Kontaktelement in einem seitlichen Teilbereich angeordnet und die Isolationsschicht zwischen dem in Deformationsrichtung mittleren Kontaktelement und dem Basiselement ist im gleichen seitlichen Teilbereich angeordnet.

Hierbei befinden sich also die eigentlichen Kontaktflächen räumlich neben den kompressiblen Bereichen. Das Basiskontaktelement ist dabei so gestaltet, dass es stabil genug ist, damit erst das obere und das mittlere Kontaktelement und das kompressible Material zur Kontaktierung zusammengedrückt werden, bevor das Basiselement verbogen wird. Damit die Abfolge des Komprimierens definiert bleibt, ist es vorteilhaft, die Steifigkeit der ersten Isolationsschicht im Bereich zwischen dem oberen und dem mittleren Kontaktelement niedriger zu wählen als die der zweiten Isolationsschicht im Bereich zwischen dem mittleren Kontaktelement und dem Basiselement. Damit ist gewährleistet, dass zuerst das obere und das mittlere Kontaktelement geschlossen werden, bevor sich zum Zeitpunkt T_2 die zweite Isolationsschicht komprimiert.

Bei einer weiteren Ausführungsform bestehen mindestens zwei Kontaktelemente aus Teilkontaktelementen, die im Ruhezustand kontaktierend aneinander liegen. Die kompressiblen Isolationsschichten sind in mindestens einem Teilbereich der Oberfläche der mindestens zwei Kontaktelemente angeordnet und im jeweils verbleibende Bereich ist

durch Kompression der Isolationsschicht und/oder durch Verformung des jeweiligen Kontaktelements ein Dekontaktieren bzw. Öffnen der Teilkontaktelemente bewirkbar.

Mit dieser Ausführungsform kann ein Intrusionssensor dadurch realisiert werden, dass durch das Eindringen eines Objekts und die resultierende Kompression das obere Kontaktelement, z. B. über einen elektrisch isolierenden Abstandhalter, auf einen ersten geschlossenen Kontakt des mittleren Kontaktelements gedrückt wird. Das obere Kontaktelement ist dabei geometrisch so geformt, dass der Kontakt des mittleren Kontaktelements geöffnet wird. Wird die Sensoranordnung weiter komprimiert, so drückt das mittlere Kontaktelement und ein elektrisch isolierender Abstandhalter auf ein unteres Kontaktelement am Basiselement und öffnen diese. Aus dem zeitlichen Abstand dieses Öffnens kann dann wiederum die Intrusionsgeschwindigkeit bestimmt werden.

Für eine besonders vorteilhafte Auswertung kann das obere Kontaktelement und das Basiskontaktelement aus einem magnetischen Material und das mittlere Kontaktelement eine Flachspule sein. Hierbei führt ein Kontaktieren der Kontaktelemente zu einer Änderung der Impedanz zwischen dem oberen und dem mittleren und zwischen dem mittleren und dem Basiskontaktelement. Das Schließen der Kontaktelemente kann dabei auch mittels einem oder mehreren Hallsensoren detektiert werden. Nach einer vorteilhaften Weiterbildung sind im oberen Kontaktelement und im Basiskontaktelement Permanentmagnete vorgesehen. Die Kontaktierung vom oberem und mittlerem Kontaktelement und/oder vom mittleren und vom Basiskontaktelement ist durch einen Kontakt der Hallsensoren mit den Permanentmagneten auf einfache Weise detektierbar.

Bei einer weiteren Ausführungsform können die Kontaktelemente durch zwei flächenartige Bruchkeramiken gebildet sein, die jeweils durch eine kompressible Isolationsschicht getrennt sind. Die Bruchkeramiken sind hier mit einer elektrisch leitfähigen Bahn oder Schicht versehen, deren Unterbrechung detektierbar ist. Eine Unterbrechung beim Eindringen eines Objektes definiert dabei den Zeitpunkt T des Auftreffens. Ein Bruch der oberen Keramik den Zeitpunkt T_1 des Auftreffens und der Bruch der unteren Keramik den Zeitpunkt T_2 . Aus der Zeitdifferenz von T_1 und T_2 und der Dicke der kompressiblen Isolationsschicht kann dann die Intrusionsgeschwindigkeit bestimmt werden.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn zumindest das obere und das mittlere Kontaktelement in einer Richtung, vorzugsweise der Längsrichtung, in mehrere Kontaktbereiche aufgeteilt ist, bei denen jeweils Paare von oberen und mittleren Kontaktelementen über jeweils separate Leitungen mit der Auswerteschaltung verbunden sind.

Durch diese Aufteilung kann auch eine Ortsinformation der Deformation gewonnen werden. Zwischen den jeweils zusammengehörigen Paaren kann nun auch für jeden Teilbereich der Sensoranordnung nahezu unabhängig die Intrusionsgeschwindigkeit und aus der Anzahl der komprimierten Unterteilungen kann die Breite des eindringenden Objekts bestimmt werden. Aus der Zeitabfolge des Schließens der jeweiligen Kontaktpaare kann darüber hinaus auch der Ort des primären Eindringens bestimmt werden.

Die bereits erwähnte Schutzschaltung beim Anschluss der Kontaktelemente kann auf einfache Weise mit einem Widerstandsnetzwerk realisiert werden, bei dem z. B. ein jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren und dem mittleren und dem Basiskontaktelement liegender Parallelwiderstand sowie ein vom mittleren Kontaktelement führender Reihenwiderstand angebracht ist. Der Reihenwiderstand ist mit einer ersten Leitung und die zusammengeführten Anschlüsse des oberen und des Basiskontaktelements sind mit einer

zweiten Leitung an die Auswerteschaltung angeschlossen.

Im Fall von Unterteilungen der Kontaktelemente in mehrere Unterbereiche kann wiederum ein Widerstandsnetzwerk realisiert werden, bei dem die Kontaktelemente über ein Widerstandsnetzwerk mit der Auswerteschaltung verbunden sind, bei dem in jedem der aufgeteilten Kontaktbereiche jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren Kontaktelement ein Parallelwiderstand liegt. Diese Parallelwiderstände sind in Richtung der aufgeteilten Bereiche hintereinander geschaltet und die äußeren Anschlüsse dieser Reihenschaltung sind an die Auswerteschaltung geführt. Auch hiermit kann die Anzahl der Leitungen, über die die Sensoranordnung mit der Auswerteschaltung verbunden ist reduziert werden, ohne dass die Auswertbarkeit leidet.

Die Kontaktflächen der Kontaktelemente können an ihrer Oberfläche so behandelt sein, dass keine Korrosion stattfinden kann und das Schließen der Kontakte auch über die gesamte Lebensdauer der Sensoranordnung gewährleistet ist. Da die Sensoranordnung bei einer Anwendung im Kraftfahrzeug auch in die Tür oder auf der Stoßstange des Kraftfahrzeuges anbringbar ist, kann die Sensoranordnung auch auf einfache Weise mit einer wasserdichten Ummantelung umschlossen werden, die allerdings eine Deformation ungehindert zulassen muss. Diese Ummantelung kann beispielsweise ein dünner Gummimantel sein, der den Sensor hermetisch abschließt, eine Kompression und einen Druckausgleich bei Temperaturschwankungen aber zulässt. Die gesamte Sensoranordnung kann zum Beispiel auch in eine Ummantelung aus dünnem, leicht deformierbarem Metall, wie zum Beispiel einer dünnen Aluminium-Ummantelung eingebaut werden.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Sensoranordnung werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels, bei dem die Sensoranordnung als Intrusionssensor in der Tür eines Kraftfahrzeuges angebracht ist;

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer Abwandlung der Anordnung von Kontaktelementen und Isolationsschichten im Intrusionssensor nach der Fig. 1;

Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel mit einer Abwandlung der Anordnung von Kontaktelementen und Isolationsschichten im Intrusionssensor nach der Fig. 1, bei der die Kontaktelemente durch eine Deformation geöffnet werden;

Fig. 4 ein Intrusionssensor nach der Fig. 1 mit einem Widerstandsnetzwerk als Schutzbeschaltung;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Intrusionssensors mit in Längsrichtung aufgeteilten Bereichen der Kontaktelemente, die über ein Widerstandsnetzwerk verbunden sind und

Fig. 6 ein Intrusionssensor nach der Fig. 5 mit einem erweiterten Widerstandsnetzwerk.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung 1 nach Fig. 1 zeigt ein oberes elektrisch leitfähiges Kontaktelement

2, ein mittleres elektrisch leitfähiges Kontaktelement 3 und ein drittes elektrisch leitfähiges Kontaktelement 4 als Basiselement. Zwischen den Kontaktelementen 2, 3 und 4 liegen kompressible Isolationsschichten 5, 6 und 7, z. B. aus Schaumstoff, die die Kontaktelemente 2, 3 und 4 räumlich in einem vorgegebenen Abstand trennen, wobei hier insbesondere der Abstand D zwischen dem mittleren Kontaktelement 3 und dem Basiselement 4 für die Auswertung der Sensorsignale von Bedeutung ist.

Die Sensoranordnung 1 ist beispielsweise in die Türverkleidung 10 eines hier nicht näher dargestellten Kraftfahrzeuges eingebaut, die bei einem Unfall in einer Richtung 11 verformt werden kann. Die Kontaktelemente 2, 3 und 4 sind, ggf. mit Stegen 8 und 9, so ausgestattet, dass ein elektrischer Kontakt zwischen diesen Elementen 2, 3 und 4 bei vollständiger Kompression der Isolationsschichten 5, 6 und 7 aufgrund eines Unfalls gewährleistet ist.

Die Sensoranordnung 1 kann z. B. auf der Innenseite der Tür des Kraftfahrzeuges unterhalb der Verstärkungsrohre eingebaut werden, wobei die Sensoranordnung 1 die gesamte Länge der Tür abdecken kann, beispielsweise vom vorderen Anschlag an die sog. A-Säule bis zum Türschloss. Wird die Türverkleidung 10 nun durch einen Aufprall eines Objekts eingedrückt, so wird das obere Kontaktelement 3 auf das mittlere Kontaktelement 4 gedrückt und damit kontaktiert, so dass über an diese Kontaktelemente 2, 3 und 4 angeschlossenen Leitungen 12, 13 und 14 der Zeitpunkt T_1 der Kontaktierung erfasst werden kann. Das Hindernis dringt dann weiter ein und drückt schließlich das obere und das mittlere Kontaktelement 2 und 3 auf das Basiselement 4. Der Kontakt zwischen dem mittleren Kontaktelement 3 und dem Basiselement 4 wird dann zu einem Zeitpunkt T_2 geschlossen.

Die Intrusionsgeschwindigkeit V_i des Objekts kann dann aus dem bekannten Abstand D zwischen dem mittleren Kontaktelement 3 und dem Basiselement 4 und den Zeitpunkten T_1 und T_2 nach der Beziehung

$$V_i = D / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

ermittelt werden. Typischerweise beträgt der Abstand D in etwa 2 cm, womit sich bei einer Geschwindigkeit von 20 m/s (entspr. 72 km/h) eine Zeitdifferenz $T_2 - T_1$ von 0,02/20 sec entsprechend 1 ms ergibt. Diese Zeitdifferenz ermöglicht sowohl eine direkte Messung durch einen Mikroprozessor in der Auswerteschaltung als auch ein schnelles Ansteuern von Aktuatoren im Fahrzeug, wie z. B. ein Airbag.

Bei einem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist ein Intrusionssensor 20 mit Kontaktelementen 21, 22 und 23 versehen, die in Abwandlung zur Fig. 1 einseitig mit jeweils einer Isolationsschicht 24 und 25 versehen sind. Die Ermittlung der Intrusionsgeschwindigkeit V_i erfolgt hier in gleicher Weise wie beim Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1.

Aus Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung 30 zu entnehmen, bei der ein oberes Kontaktelement als Druckplatte 31 ausgeführt ist. Es ist weiterhin ein mittleres Kontaktelement 32 und ein unteres Kontaktelement 33 an einer Basisplatte 34 vorhanden. Die Kontaktelemente 32 und 33 bestehen aus Teilkontaktelementen, die im Ruhezustand kontaktierend aneinander liegen. Kompressible Isolationsschichten 35 und 36 sind zwischen den Kontaktelementen 31 und 32 und zwischen 33 und 34 angebracht.

Durch Kompression der Isolationsschichten 35 und 36 bei einer Deformation des Sensorelements 30 öffnen dabei die Kontaktelemente 32 und 33. Beim Eindringen eines Objekts und die resultierende Kompression der Isolationsschichten

35 und 36 drückt die obere Druckplatte 31 auf einen ersten geschlossenen Kontakt der mittleren Kontaktplatte 32. Die Druckplatte 31 ist geometrisch so geformt, dass z. B. über eine elektrisch isolierende Erhebung 37 der Kontakt der mittleren Teilkontaktelemente 32 dabei geöffnet wird. Wird die Sensoranordnung weiter komprimiert, so drückt das mittlere Kontaktelement 32 und eine elektrisch isolierende Erhebung 38 auf das untere Kontaktelement 33 und öffnet hier den Kontakt. Aus dem zeitlichen Abstand des Öffnens kann wiederum, wie oben erwähnt, die Intrusionsgeschwindigkeit V_i bestimmt werden.

Wie oben erwähnt, ist es sinnvoll, wenn die Kontaktelemente 2, 3, 4; 21, 22, 23 oder 31, 32, 33 über eine Schutzschaltung direkt an den Mikroprozessor der Auswerteschaltung angeschlossen werden können, der die Zeiten T_1 und T_2 direkt messen kann. In Fig. 4 ist ein Beispiel zur Realisierung eines Widerstandsnetzwerkes in Verbindung mit dem anhand der in der Fig. 1 beschriebenen Sensoranordnung 1 gezeigt. Hier ist ein Widerstand R_1 parallel zu den Kontaktelementen 2 und 3 und ein Widerstand R_2 parallel zu den Kontaktelementen 3 und 3 angeordnet. Vom Kontaktelement 3 geht ein Reihenwiderstand R_3 zu dem Anschluss 14. Der Reihenwiderstand R_3 ist daher mit einer ersten Leitung und die zusammengeführten Anschlüsse der Widerstände R_1 und R_2 des oberen und des Basiskontaktelements 2 bzw. 3 sind mit einer zweiten Leitung an über den Anschluss 15 an die Auswerteschaltung angeschlossen.

Somit kann bei diesem Ausführungsbeispiel mit nur zwei Verbindungen der Auswerteschaltung zur Sensoranordnung 1 das Schließen beider Kontakte bestimmt werden. Falls kein Aufprall an diesem Intrusionssensor 1 vorliegt und damit keine Verformung aufweist ist der Gesamtwiderstand

$$R = R_3 + 1/(1/R_1 + 1/R_2) \quad (2).$$

Im Falle eines Aufpralls wird dann zunächst der obere Kontakt zwischen den Kontaktelementen 2 und 3 geschlossen. Der Gesamtwiderstand ist dann

$$R = R_3 + R_2 \quad (3).$$

Wenn die Sensoranordnung 1 weiter deformiert wird und der untere Kontakt schließt, so ist der Gesamtwiderstand

$$R = R_1 \quad (4).$$

Wird die gesamte Länge einer Sensorschaltung 40 nach Fig. 5 in mehrere schmalere Bereiche 41, 42, 43 und 44 aufgeteilt, so kann auch eine Information über den Ort einer Deformation gewonnen werden. Dazu werden hier jeweils die oberen und mittleren Kontaktelemente in mehrere Bereiche aufgeteilt, so dass zwischen jeweils zusammen gehörigen Paaren von oberem und mittlerem Kontaktelement und dem unteren Basiselement nun für jeden Teilbereich 41, 42, 43 und 44 der Sensoranordnung 40 nahezu unabhängig die Intrusionsgeschwindigkeit bestimmt werden kann.

Aus der Anzahl der komprimierten Bereiche 41, 42, 43 oder 44 kann die Breite des eindringenden Objekts bestimmt werden und aus der Zeitabfolge des Schließens der jeweiligen Paare der Kontaktelemente kann der Ort des primären Eindringens bestimmt werden. Das hier einsetzbare Widerstandsnetzwerk nach der Fig. 5 enthält in jedem der aufgeteilten Bereiche 41, 42, 43 und 44 jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren Kontaktelement und dem mittleren und dem Basiselement einen Parallelwiderstand R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} und R_{41} , R_{42} . Diese Parallelwiderstände sind in Richtung der aufgeteilten Bereiche hintereinander geschaltet und die äußeren Anschlüsse dieser Reihen-

schaltung sind über Anschlüsse 45 und 46 an die Auswerteschaltung geführt.

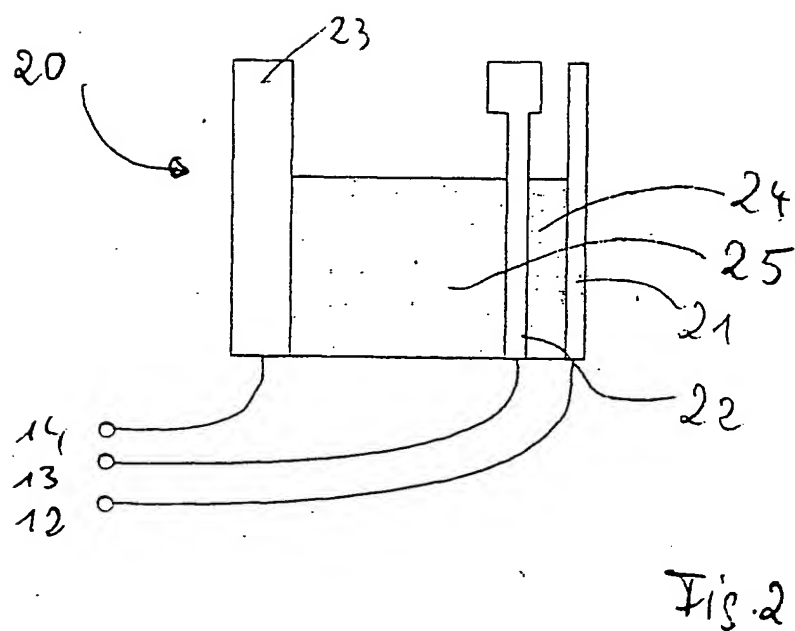
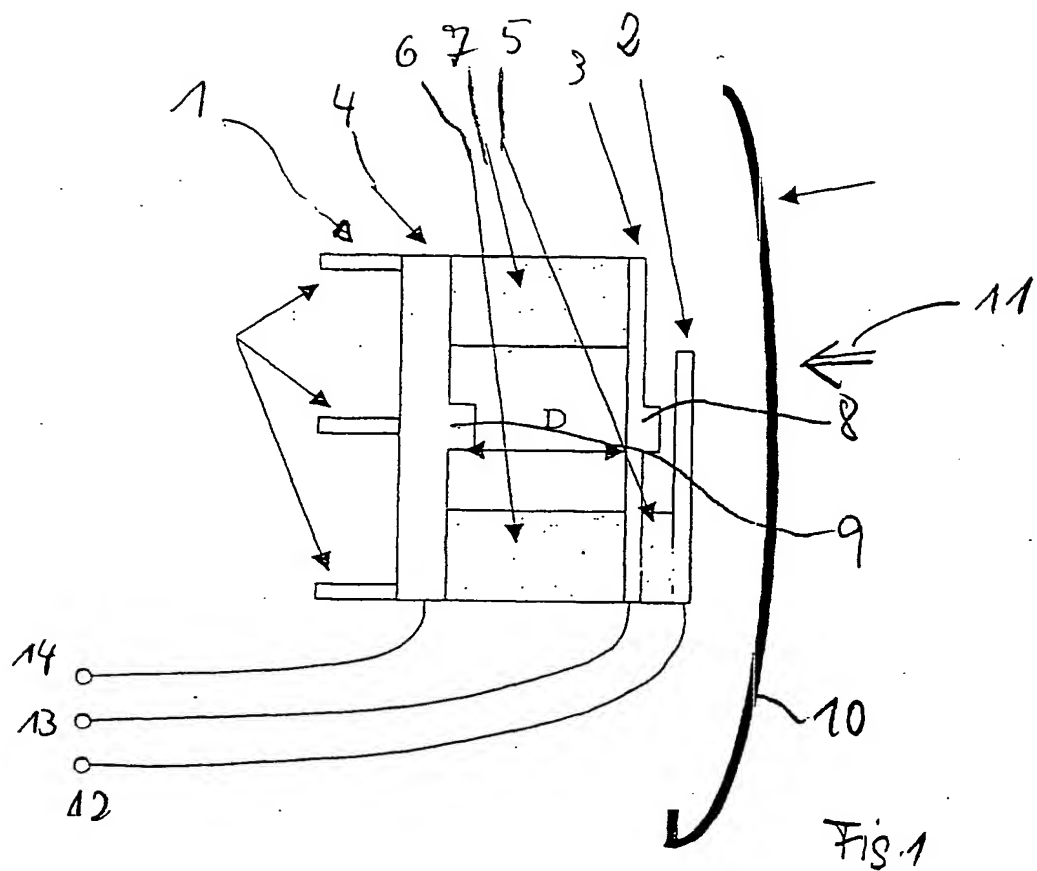
In Fig. 6 ist eine Abwandlung des Widerstandsnetzwerkes nach der Fig. 5 dargestellt, bei der die Widerstandspaare der Parallelwiderstand R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} und R_{41} , R_{42} jeweils parallel an einer Seite über einen Reihenwiderstand R_{10} , R_{20} , R_{30} und R_{40} sowie einen Gesamtseitenwiderstand R_0 an den Anschluss 46 und mit der anderen Seite direkt an den Anschluss 45 geführt sind.

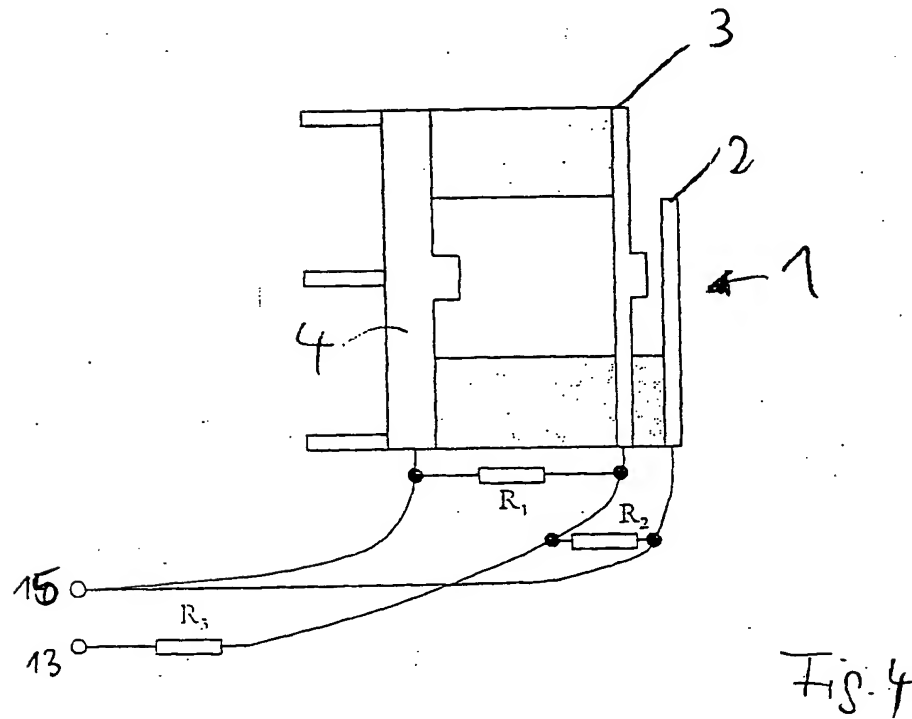
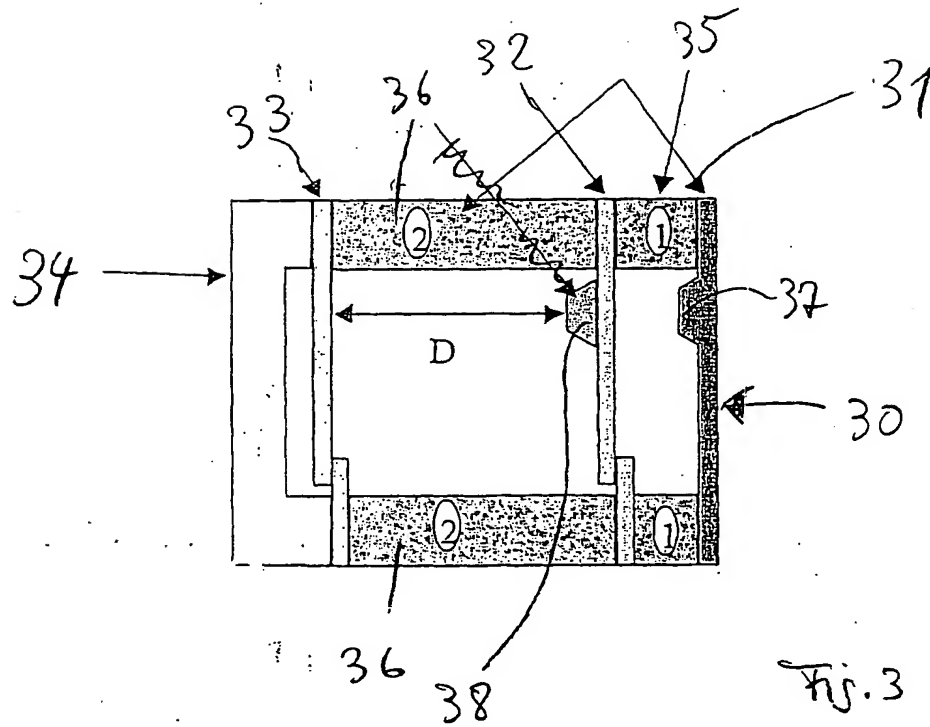
Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Detektion von Kräften, die zu einer Deformation von mechanischen Bauteilen (10) führen, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Sensoranordnung (1; 20; 30; 40) eine Anzahl Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) aufweist, die in einer möglichen Deformationsrichtung (11) hintereinandergestaffelt am Bauteil (10) angeordnet sind, wobei zwischen den Kontaktelementen (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) kompressible Isolationsschichten (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) liegen und dass
 - die Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) elektrisch leitend mit einer elektronischen Auswerteschaltung verbunden sind, mittels der ein durch eine Deformation bewirktes Kontaktieren und/oder Entkontaktieren von benachbart angeordneten Kontaktelementen (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) erfassbar und in Steuer- und/oder Regelsignale unwandelbar ist.
2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - ein Kontaktelement ein Basiselement (4; 23; 33, 34) darstellt und mindestens zwei Kontaktelemente (4; 21, 22; 31, 32) in jeweils vorgegebenen Abständen (D) dazu angeordnet sind, wobei die Abstände (D) oder die mindestens zwei kompressiblen Isolationsschichten (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) jeweils so ausgestaltet sind, dass aus den Zeitpunkten (T_1 , T_2) des Kontaktierens und/oder Entkontaktierens der in Deformationsrichtung hintereinander liegenden Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) die Intrusionsgeschwindigkeit (V_i) des die Deformation verursachenden Gegenstandes herleitbar ist.
3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die kompressiblen Isolationsschichten (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) in mindestens einem Teilbereich der Oberfläche der Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) angeordnet sind und dass
 - im jeweils verbleibende Bereich ein Kontakt mit dem benachbarten Kontaktelement (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) durch Kompression der Isolationsschicht (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) (und/oder durch Verformung des jeweiligen Kontaktelements . . . ?) bewirkbar ist.
4. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - mindestens zwei Kontaktelemente (32, 33) aus Teilkontaktelementen bestehen, die im Ruhezustand kontaktierend aneinander liegen und dass
 - die kompressiblen Isolationsschichten (35, 36) in mindestens einem Teilbereich der Oberfläche der mindestens zwei Kontaktelemente (32, 33) angeordnet sind und im jeweils verbleibende Bereich durch Kompression der jeweiligen Isolati-

- onsschicht (35, 36) (und/oder durch Verformung des jeweiligen Kontaktelements . . . ?) ein Dekontaktieren der Teilkontaktelemente bewirkbar ist.
5. Sensoranordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Isolationsschicht (5) zwischen dem in Deformationsrichtung oben liegenden Kontaktelement (2) und dem mittleren Kontaktelement (3) in mindestens einem seitlichen Teilbereich und dass
 - die Isolationsschichten (6, 7) zwischen dem in Deformationsrichtung mittleren Kontaktelement (3) und den Basiselement (4) in zwei gegenüberliegenden seitlichen Teilbereich angeordnet sind.
 6. Sensoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Isolationsschicht (24) zwischen dem in Deformationsrichtung oben liegenden Kontaktelement (21) und dem mittleren Kontaktelement (22) in einem seitlichen Teilbereich und dass
 - die Isolationsschicht (25) zwischen dem in Deformationsrichtung mittleren Kontaktelement (22) und dem Basiselement (23) im gleichen seitlichen Teilbereich angeordnet ist.
 7. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die kompressiblen Isolationsschichten (5, 6, 7; 24, 25; 35, 36) aus Schaumstoff sind.
 8. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das obere Kontaktelement und das Basiskontaktelement aus einem magnetischen Material sind und das mittlere Kontaktelement eine Flachspule ist, wobei ein Kontaktieren der Kontaktelemente zu einer Änderung der Impedanz zwischen dem oberen und dem mittleren und zwischen dem mittleren und dem Basiskontaktelement führt.
 9. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Kontaktieren der Kontaktelemente mittels Hallsensoren erfasst wird.
 10. Sensoranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
 - am mittleren Kontaktelement ein oder mehrere Hallsensoren angebracht sind und dass
 - im oberen Kontaktelement und im Basiskontaktelement Permanentmagnete vorgesehen sind, wobei die Kontaktierung vom oberem und mittlerem Kontaktelement und/oder vom mittleren und vom Basiskontaktelement durch einen Kontakt der Hallsensoren mit den Permanentmagneten detektierbar ist.
 11. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Kontaktelemente durch zwei flächenartige Bruchkeramiken gebildet sind, die durch eine kompressible Isolationsschicht getrennt sind, dass
 - die Bruchkeramiken mit einer elektrisch leitfähigen Bahn versehen sind, deren Unterbrechung detektierbar ist.
 12. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - in einer unterteilten Sensoranordnung (40) zumindest das obere und das mittlere Kontaktelement in einer Richtung, vorzugsweise der Längsrichtung, in mehrere Bereiche (41, 42, 43, 44) aufgeteilt ist, bei denen jeweils Paare von oberen und mittleren Kontaktelementen über jeweils separate Leitungen mit der Auswerteschaltung verbunden
- sind.
13. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Kontaktelemente über ein Widerstandsnetzwerk mit der Auswerteschaltung verbunden sind.
 14. Sensoranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Widerstandsnetzwerk aus jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren und dem mittleren und dem Basiskontaktelement liegenden Parallelwiderstand (R_1 , R_2) sowie einem vom mittleren Kontaktelement führenden Reihenwiderstand (R_3) besteht und dass
 - der Reihenwiderstand (R_3) mit einer ersten Leitung und die zusammengeführten Anschlüsse des oberen und des Basiskontaktelements (2, 4) mit einer zweiten Leitung über Anschlüsse (13, 15) an die Auswerteschaltung angeschlossen sind.
 15. Sensoranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Kontaktelemente über ein Widerstandsnetzwerk mit der Auswerteschaltung verbunden sind, bei dem in jedem der aufgeteilten Bereiche (41, 42, 43, 44) jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren Kontaktelement ein Parallelwiderstand (R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} ; R_{41} , R_{42}) liegt und dass
 - diese Parallelwiderstände (R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} ; R_{41} , R_{42}) in Richtung der aufgeteilten Bereiche (41, 42, 43, 44) hintereinander geschaltet sind und die äußeren Anschlüsse (45, 46) dieser Reihenschaltung an die Auswerteschaltung geführt sind.
 16. Sensoranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Kontaktelemente über ein Widerstandsnetzwerk mit der Auswerteschaltung verbunden sind, bei dem in jedem der aufgeteilten Bereiche (41, 42, 43, 44) jeweils zwischen dem oberen und dem mittleren Kontaktelement ein Parallelwiderstand (R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} ; R_{41} , R_{42}) liegt und dass
 - zu einem der Bereiche (41, 42, 43, 44) gehörenden Paare dieser Parallelwiderstände (R_{11} , R_{12} ; R_{21} , R_{22} ; R_{31} , R_{32} ; R_{41} , R_{42}) mit einem Ende über einen Reihenwiderstand (R_{10} ; R_{20} ; R_{30} ; R_{40}) und gemeinsam über einen Gesamtreihenwiderstand (R_0) an den Anschluss (46) jeweils mit dem anderen Ende an den Anschluss (45) für die Auswerteschaltung geführt sind.
 17. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Kontaktelemente (2, 3, 4; 21, 22, 23; 31, 32, 33) mit einer Korrosionsschutzschicht und die Sensoranordnung (1; 20, 30, 40) mit einem feuchtigkeitsdichten Schutzfilm, vorzugsweise aus gummielastischen Material, überzogen sind.
 18. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die gesamte Sensoranordnung (1; 20, 30, 40) von einer hermetisch verschlossenen Metallummantelung aus dünnem, weichem, leicht kompressiblen Metall umschlossen ist und eine feuchtigkeitsdichte elektrische Verbindung nach außen aufweist.

- Leerseite -





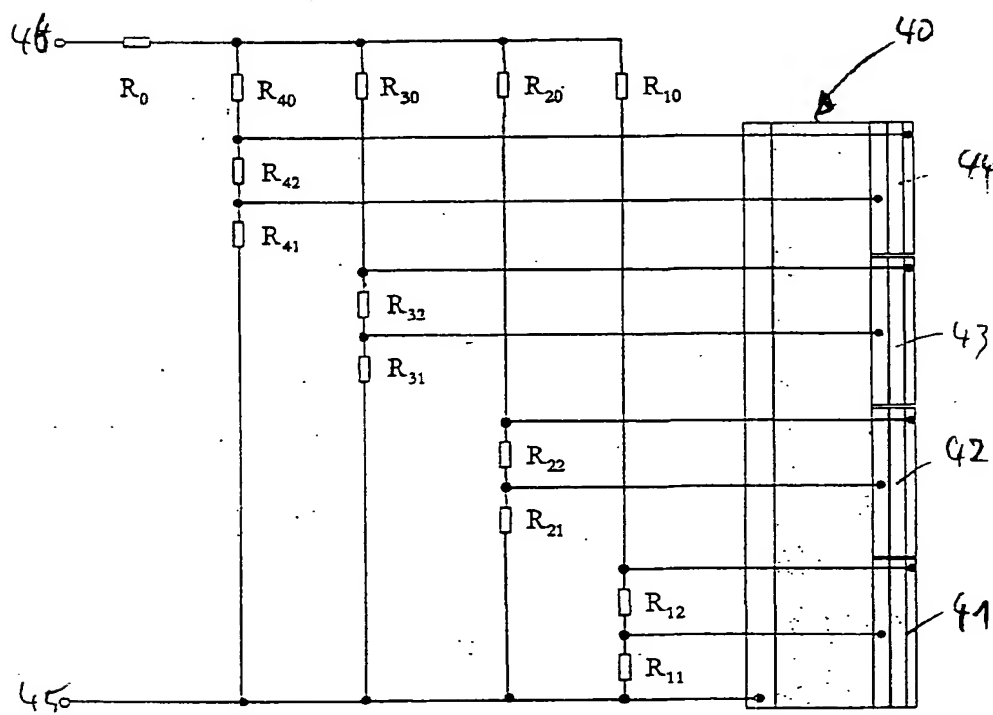
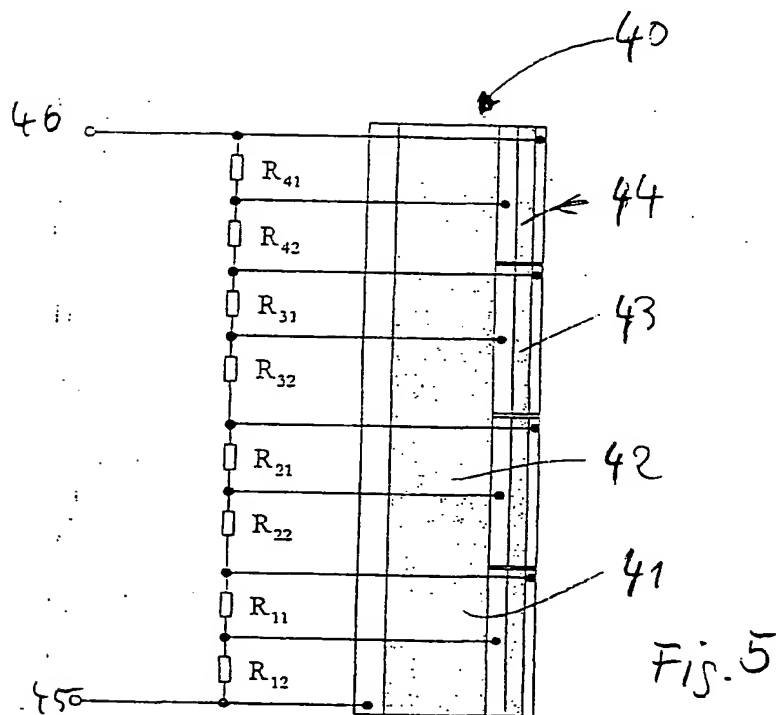


Fig. 6